

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ INTERNET OF THINGS В ГОРОДСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*Немченко В.П., Копин В.И., Юрченко В.Ю., Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

Технология Internet of Things - IoT (Интернет вещей) предполагает использование встраиваемых сетевых устройств, так называемых Smart (умных) объектов, в окружающие нас вещи. Можно привести много примеров подобных устройств: мобильные телефоны, персональные устройства здравоохранения, устройства домашней и промышленной автоматизации, системы учета и мониторинга окружающей среды и т. п.

Наряду с этим перспективное использование данной технологии в городском хозяйстве заключается в создании городской беспроводной Mesh-сети для обеспечения оперативной связи и доступа к различным базам данных спецслужб в случае чрезвычайных ситуаций в городской черте (пожары, дорожно-транспортные происшествия, всевозможные аварийные ситуации и т.п.). При этом в городе на небольшом расстоянии друг от друга (предположим, на столбах уличного освещения) устанавливаются активные приемо-передающие модули - Mesh-порталы, которые в случае ЧП позволяют работникам спецслужб подключаться к ним и выходить в информационную сеть.

Мы можем констатировать, что в настоящее время происходит постепенный переход от «Интернета людей» к «Интернету вещей» - IoT. В основе технологии IoT лежит принцип построения беспроводных сенсорных сетей на базе современных маломощных ZigBee модулей. Точное количество узлов сети то есть размер сети, реализованной на принципах технологии Internet of Things, на сегодняшний день трудно оценить так как рост данных сетей не зависит от количества пользователей в них. Предполагается, что эта составляющая скоро превысит остальную часть сети Интернет по размеру и будет продолжать расти быстрыми темпами. Долгосрочный потенциальный размер IoT сейчас оценивается триллионами устройств. Создание и эффективное использование такого рода систем предполагает развитие методов их моделирования. Существует несколько достаточно эффективных систем моделирования сенсорных сетей. Однако при проектировании реальных сетей большую роль играет правильный выбор конкретной моделирующей системы.

Среди средств имитационного моделирования беспроводных сенсорных сетей на базе стандарта IEEE 802.15.4-2006 наибольшее распространение получили следующие системы. NS-2 – объектно-ориентированная среда имитационного моделирования дискретных событий и состояний с открытым исходным кодом. OPNET Modeler – мощная среда имитационного моделирования дискретных событий и состояний. OMNET++ – среда имитационного моделирования дискретных событий и состояний с открытым исходным кодом, основанная на компонентах ZigBee. Основная область применения всех этих систем – моделирование сетей передачи данных, IT систем и бизнес процессов.

Авторами был проведен сравнительный анализ указанных симуляторов, который показал, что в условиях некоммерческого использования применение программного комплекса OPNET Modeler весьма проблематично ввиду его дороговизны. Конечно, существует бесплатная ознакомительная версия OPNET Modeler Academic Edition. Однако она существенно упрощена, поэтому ее использование в реальных условиях зачастую неприемлемо. Другой симулятор, Network Simulator NS-2, также не подходит из-за несоответствия спецификации модулей ZigBee, на которых базируются структуры, реализованные по технологии Internet of Things. Наконец, анализ еще одного программного комплекса OMNET++ в роли симулятора сенсорных ZigBee-сетей показал, что на сегодня он является наилучшим вариантом. Результаты сравнительного анализа симуляторов приведены в таблице. Наличие каждого параметра в характеристике симулятора помечается символом «+», отсутствие – символом «-».

Параметры	NS-2	OPNET	OMNET++
Расчет потребляемой узлами энергии	-	+	+
Определение энергии в текущем канале	+	+	+
Открытый код	+	-	+
Мобильность узлов	-	-	+
Соответствие спецификации ZigBee	-	-	+
Наличие протоколов маршрутизации	-	+	+
Цена	FREE	37000\$	FREE

Авторами была построена событийно-имитационная модель для типовой беспроводной сенсорной сети. На ее основе симулирована работа и определено максимальное время работы сети. Была смоделирована сеть с топологией звезда состоящая из 20 станций и использующих стандарт 802.15.4 ZigBee для беспроводной связи. Проведенные исследования показали эффективность использования моделирующей среды OMNET++, позволяющей определить основные параметры и структуру сенсорной сети на этапе ее проектирования. Данное программное обеспечение позволяет адекватно смоделировать проектируемую сеть и определить ее основные параметры и характеристики.

Таким образом, на сегодняшний день моделирование сенсорных сетей в технологии Internet of Things рационально проводить с помощью симулятора OMNET++, который показывает наилучшие характеристики, в частности для небольших сенсорных сетей, построенных на ZigBee-модулях.

### Список литературы

1. Shelby Z. 6LoWPAN: The Wireless Embedded Internet [Текст] / Zach Shelby, Carsten Bormann - John Wiley & Sons Ltd. – 2009. – 245p.
2. Wireless Sensor Networks [Текст] // Proceedings of the 6th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems (WFCS 2006), - Torino (Italy), 2006.